Beiträge zur Kenntnis der Variationen von Trapa in Japan.

Von

H. Nakano.

Mit 2 Figuren im Text und Taf. I—III.

1. Einleitung und Literatur.

Nach JACKSON (3) soll es im ganzen sieben Arten von *Trapa* geben, nämlich:

1. *Trapa natans* L.
2. *T. bispinosa* Roxb.
3. *T. incisa* S. et Z.
4. *T. cochinchinensis* Lour.
5. *Trapa verbanensis* Dnt.
6. *T. colchica* Alb.
7. *T. Maximowicii* Korsh.

Dann gibt es noch eine weitere Art, *Trapa bicornis* L. f., die JACKSON für gleichartig mit *T. natans* L. hält; diese Meinung kann ich aber nicht mit ihm teilen.

Für Japan hat MAKINO drei Varietäten und eine Form von *T. natans* L. beschrieben (4), nämlich:

Trapa natans L. forma *quadrispinosa* (Roxb.) Mak.
» » » var. *bispinosa* (Roxb.) Mak.
» » » var. *incisa* (S. et Z.) Mak.
» » » var. *bicornis* (L. f.) Mak.

Die zuletzt genannte Varietät ist bisher nur im südlichen Teil von Formosa (Umgebung von Takao) gefunden worden.

Die Fossilien der *Trapa*-Früchte kommen vom unteren Oligocän bis zum Pliocän und öfters bis zum Quartär in verschiedenen Ländern, die von Blättern nur im Tertiär Nordamerikas vor (5). In Japan sind vierhörnige *Trapa*-Früchte, *Trapa yokoyamae* Nath. im Tertiär von Ogoya,

Provinz Kaga aufgefunden worden (6). Nach NATHORST ist diese Art mit der rezenten Form Schwedens, *Trapa natans* L. var. *conocarpa* Aresch., nahe verwandt. Er fand auch die Frucht von *Trapa borealis* Heer var. *major* Nath. in Tuffablagerung an der obigen Lokalität (7).

Die *Trapa*-Arten sind schon in verschiedenen Gegenden ausgestorben, so konnte z. B. NATHORST noch viele *Trapa*-Früchte in den sechs Seen von Smaland sammeln, wo man jetzt keine lebende *Trapa* mehr finden kann (8). Vielleicht kann ich hier zwei Beispiele eines neueren Rückganges von *Trapa* in Japan mitteilen. In dem Tega-See gedeiht jetzt *Trapa bispinosa* nur im östlichen Teile desselben. Ich kam nach langjährigen Untersuchungen zum Schlusse, daß der Rückgang durch Überflutung des Flusses Toné in den See im Jahre 1882 verursacht wurde (9). Ich beobachtete auch den Rückgang von *T. bispinosa* im Suwa-See, in der Provinz Shinano. Die Ursache davon scheint auf die Abnahme der litoralen Region zurückzuführen zu sein.

Im Oktober 1909 sammelte ich drei Typen von Früchten der *bispinosa* im Tega-See, die Früchte von *quadrispinosa* im Schibasaki-Teich und die von *incisa* in einem Teiche neben dem mittleren Laufe des Flusses Toné. Diese drei Standorte liegen etwa 2—6 km voneinander entfernt, und gehören alle drei zur Provinz Shimosa.

Um die Variations- und Vererbungsgrenzen der erwähnten fünf Typen, insbesondere von deren Früchten klar kennen zu lernen und dadurch einige Anhaltspunkte für die Phylogenie der Gattung zu gewinnen, unternahm ich vorliegende physiologisch-morphologische Untersuchungen.

Zu diesem Zwecke kultivierte ich die fünf Typen von *Trapa* unter verschiedenen Lebensbedingungen und untersuchte zwei Jahre hindurch (1909—1911) die Entwicklung und Variation derselben. Außer diesen fünf Typen zog ich einen Typus aus China zu meiner Untersuchung heran, den Herr MATSUDA auf dem Markt in Shanghai gekauft und mir gütigst zur Verfügung gestellt hatte.

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurden mehrere systematische Arbeiten berücksichtigt; namentlich die von THUNBERG (10), ROXBURGH (11), SIEBOLD et ZUCCARINI (12), FRANCHET et SAVATIER (13), HOOKER (14), IWASAKI (15) und von JINUMA (16). Bezüglich der Anatomie und Entwicklung von *Trapa* möchte ich auf die Arbeiten von SANIO (17), WITTROCK (18), GIBELLI e FERRERO (19), ERNST (20), und QUEVA (21) hinweisen.

Die Angaben über die Variation, Reservestoffe der Früchte und einige andere physiologische Probleme kann man in den Arbeiten von KRYZ (22), SCHINZ (23), ZEGA und KNEZ (24) und von FRANK (25) finden. Die Untersuchungen der oben genannten Autoren wurden aber hauptsächlich mit *Trapa natans* L. ausgeführt.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Tokyoer botanischen

Garten unter der Leitung von Prof. MIYOSHI ausgeführt. Ich muß demselben hier meinen besonderen Dank abstatten. Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle auch allen anderen Herren meinen herzlichsten Dank auszusprechen, welche meine Arbeit nach den verschiedensten Seiten hin gefördert haben; nämlich den Herren Prof. J. MATSUMURA, Prof. K. SHIBATA, T. MAKINO, M. MATSUDA, und vielen anderen, die mir das Material von *Trapa* freundlich zur Verfügung stellten, namentlich Herrn Y. TANAKA, Mitglied des Oberhauses.

2. Vergleichende Untersuchung der Keimungsvorgänge.

Die Keimung der *Trapa*-Frucht ist bekanntlich sehr eigentümlich. Zunächst ragt das hypokotyle Glied aus dem Fruchtscheitel und dann der Kotyledonstiel mit einem verkümmerten Kotyledon hervor (vgl. Fig. 16, Tafel I). Die Länge des Kotyledonstieles variiert nach der Wassertiefe des Standortes; ich fand nämlich, daß sie bei den in einer Tiefe von 30 cm gekeimten Früchten der var. *Iwasakii* (von *bispinosa*)[1]) 11 cm maß, während dieselbe in einer Tiefe von 12 cm nur 1,5 cm erreichte. Diese Einrichtung scheint zur Emporhebung des hypokotylen Gliedes zu dienen, das nach GÖBEL (26) als das Organ der Sauerstoffaufnahme fungiert. Viele Wurzeln entwickeln sich anfangs nur an der unteren Seite des hypokotylen Gliedes, aber diese Anordnung wird später durch Krümmung des letzteren undeutlich. Das hypokotyle Glied und die daran entwickelten Wurzeln gehen frühzeitig zugrunde, und nur diejenigen Wurzeln, welche am basalen Teile des hypokotylen Gliedes sitzen, bleiben am Leben und wachsen tief in den Boden hinein.

Der Kotyledonstiel und das hypokotyle Glied von *quadrispinosa* ist dicker als bei *incisa* und *bispinosa*. Die betreffenden Teile der beiden letzteren Typen weisen fast dieselbe Dimension auf.

Einige Stengel entwickeln sich an der Seite des verkümmerten Kotyledons am Ende des Kotyledonstieles. Ich beobachtete, daß die Zahl der Stengel nach den Kulturbedingungen variabel ist. Ich fand nämlich, daß die drei Typen von *bispinosa* auf Ackerboden reichlicher Stengel als auf Sandboden entwickeln, während *quadrispinosa* und *incisa* viel schwächere Entwicklung auf dem ersteren als auf dem letzteren aufweisen. Aus dieser Tatsache erkennt man, daß *quadrispinosa* und *incisa* in stärkerem Grade als *bispinosa* dem Sandboden angepaßt sind.

Am Knoten des Stengels entwickeln sich zahlreiche grüne zerschlitzte Wurzeln, welche früher fälschlich als Blätter betrachtet wurden. Wenn der Stengel horizontal auf dem Boden liegt, ragen ungeteilte Wurzeln an der Seite der zerschlitzten hervor und treten in den Boden hinein.

---

1) Hinsichtlich der Benennung der *Trapa*-Typen vergleiche man das Kapitel über die Systematik in dieser Arbeit.

3. Variation der Blattorgane.

Ich untersuchte einerseits bei verschiedenen *Trapa*-Typen die Blattformen in aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien, andererseits verglich ich die Blattformen derselben Entwicklungsstufe bei variierten Kulturbedingungen. Nach diesen Untersuchungen vermag ich drei Entwicklungsstufen der Blätter zu unterscheiden (vgl. Fig. 1):

1. Stadium, wo die Blätter eine lineale Form darstellen (vgl. Fig. 1—2).

2. Stadium, wo Blattstiele und -spreite sich unterscheiden lassen, aber Blasen am Blattstiel noch nicht vorkommen (vgl. Fig. 3—8).

3. Stadium, wo die mit Blasen versehene rautenförmige Blattspreite vorhanden ist (vgl. Fig. 9—21).

Ich konnte ferner vier Unterstadien im dritten Stadium unterscheiden.

3a. Grobgezähnte Blätter (vgl. Fig. 9—11).

3b. Scharfgezähnte Blätter (vgl. Fig. 12—19).

3c. Feingezähnte Blätter (Fig. 20—21).

3d. Nochmal auftretende scharfgezähnte Blätter.

Die Blätter sind im 3c-Stadium am größten. Dieses Stadium ist von 3a dadurch zu unterscheiden, daß sowohl die Blattzähne als auch die Zahl der Blattzähne bei 3c größer als bei 3a ist.

Während des 3d-Stadiums verkleinern sich die Blätter immer mehr, und schließlich stirbt die ganze Pflanze ab.

Nun möchten wir fragen, welche physiologischen Zustände der Pflanze diese Aufeinanderfolge der verschiedenen Blattformen bedingen?

Die grobgezähnten Blätter scheinen nur auf Kosten der Reservenahrung gebildet zu werden. In der Tat beobachtete ich, daß die mit Leitungswasser kultivierte Keimpflanze von var. *Iwasakii* sich nicht weiter als bis zum 3a-Stadium entwickeln konnte.

Es ist klar, daß die Entwicklung der Blätter unter ungünstigen Außenbedingungen im embryonalen Zustande stehen bleibt, wie Göbel (28, 29), Wächter (27), Burns (30) und Glück (31) bei den Bandblättern der Wasserpflanzen konstatierten. So glaube ich, daß die Blätter vom 1., 2. und 3a-Stadium zu den Jugendformen und die darauf folgenden Entwicklungsformen der Blätter zur fertigen Form gehören.

Das erste Auftreten der scharfgezähnten Blätter im dritten Stadium findet in der Zeit des lebhaften Längenwachstums des Stengels statt, wobei ein Mangel des Baumaterials einzutreten scheint. Die darauf folgende Blattform mit feingezähntem Rande erscheint aber in der Periode der maximalen Vegetationskraft, wo die Pflanzen lebhaft blühen.

Wenn die Frucht reift, wird die Vegetation wieder schwach und die Pflanze bildet kleine, scharfgezähnte Blätter. Dieses Stadium ist dann das Anzeichen des Absterbens der Pflanzen.

Die oben erwähnte Reihenfolge des Blattwechsels ist bei den fünf

Trapa-Typen fast dieselbe. Vergleichen wir nun die Dentation der Blätter bei verschiedenen Typen von *Trapa*, so erkennen wir, daß sie im allgemeinen keinen deutlichen Unterschied zeigt. Wenn aber die Blätter desselben Entwicklungsstadiums auf demselben Standorte sorgfältig verglichen werden, so ist dabei ein kleiner Unterschied zu bemerken, d. i., die Dentation bei *incisa* ist die schärfstgezähnte, und daran schließt sich die Den-

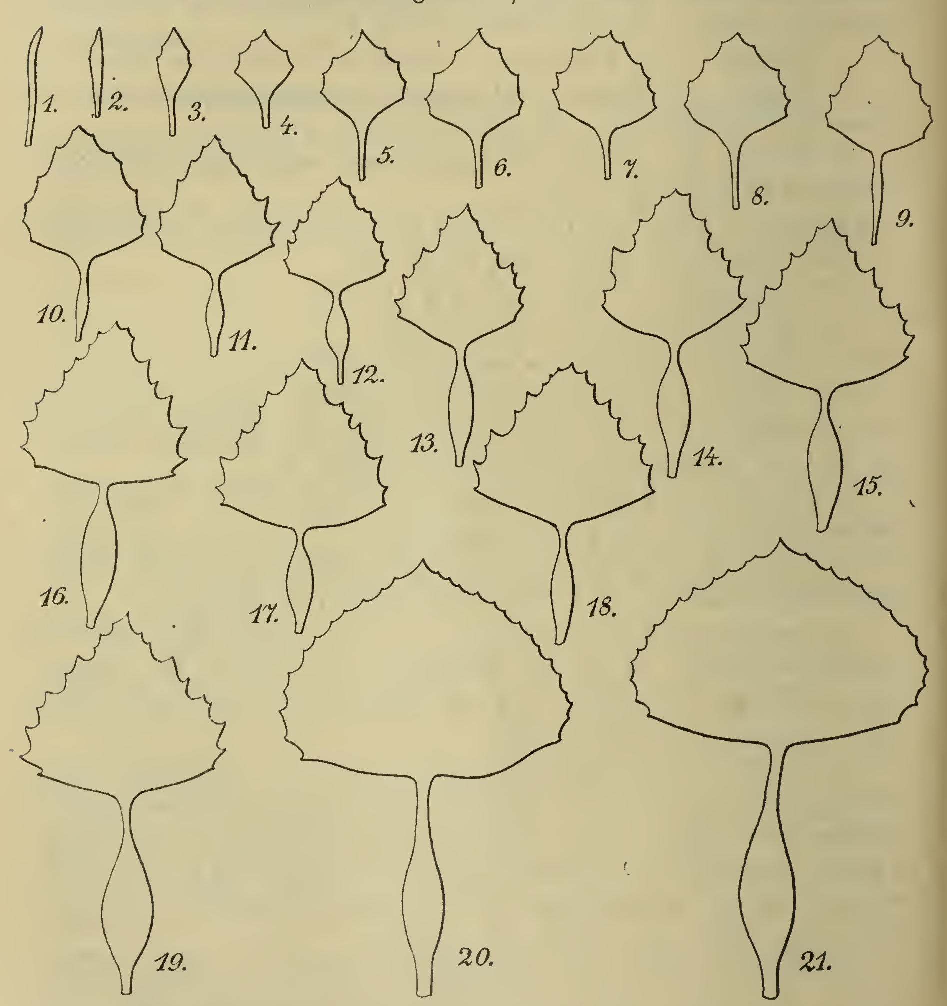


Fig. 1. Blattfolge bei *Trapa*. Alle Figuren in $^{4}/_{5}$ nat. Größe. Nur die Blattoberseite gezeigt. Am Blatte von Fig. 11 entwickelten sich zum ersten Male die Haare.

tation von var. *Iwasakii*, *Jinumai* und *Makinoa* von *bispinosa*, sowie von *quadrispinosa*. Die Blätter der zuletzt erwähnten Varietät scheinen am gröbsten gezähnt zu sein. Diese Merkmale sind aber nicht immer konstant, und daher kann man sie für die Systematik nicht verwenden. Sie variieren ziemlich bedeutend je nach den Entwicklungsstadien und Standortverhält-

nissen; so produzierten z. B. die Blätter der *quadrispinosa*, die in einem sehr nahrungsarmen Teich mit üppiger *Chara*-Vegetation wuchsen, fast dieselbe Dentation, wie die der im Topfe gut gedüngten kultivierten *incisa*. *Trapa*-Typen bei schlechtem Zustande des Standortes mangelt es an feingezähnten Blättern; sie sind immer mit scharf gezähnten Blättern versehen.

Die Größe und Gestalt der Blätter und Blasen in demselben Entwicklungsstadium sind bei den fünf *Trapa*-Typen fast dieselben.

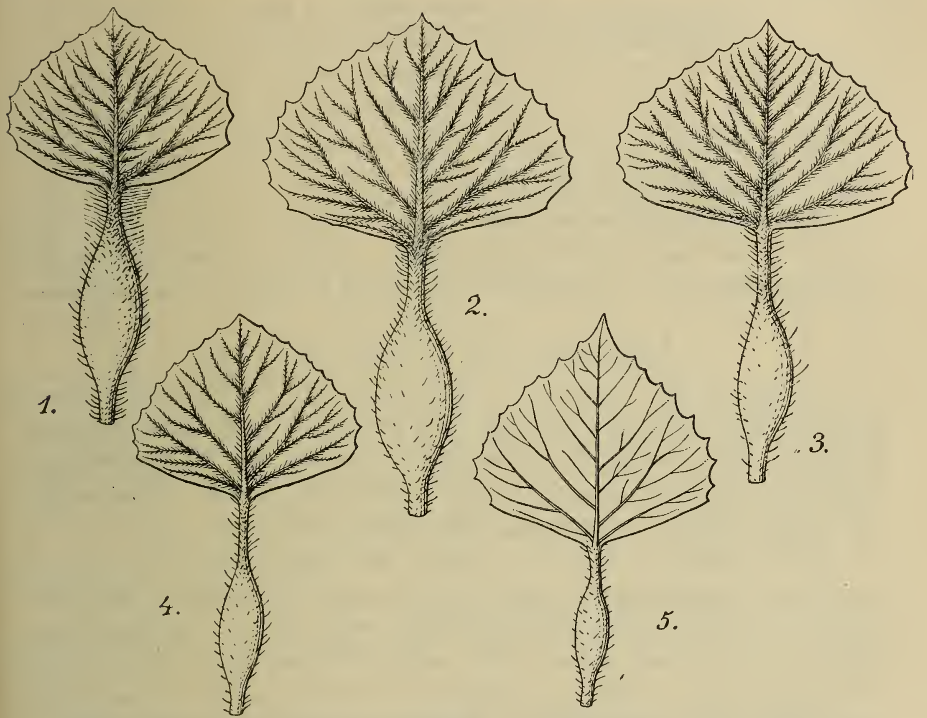


Fig. 2. Behaarung der Blätter von *Trapa*. — Alle Figuren in $^4/_5$ nat. Größe.

Die Struktur der Blätter der fünf *Trapa*-Typen stimmt gut mit der von *Trapa natans* L. überein.

Aus dem oben Gesagten geht deutlich hervor, daß wir die Größe und Dentation der Blätter zur Systematisierung der *Trapa*-Arten nicht verwenden können.

Nun gehe ich zur Besprechung der Entwicklung der Blatthaare über (vgl. Fig. 2). Sie stehen an der unteren Fläche der Blätter und am Blattstiele (stärker an dessen unterer Seite).

Bei var. *Makinoa* von *bispinosa* entwickeln sich die Haare früh am Ende des zweiten Stadiums, während sie bei den anderen Typen erst im dritten Stadium zum Vorschein kommen. Var. *Makinoa* ist am stärksten

behaart (vgl. Fig. 1), dann kommt *quadrispinosa* (Fig. 2), *Jinumai* (Fig. 3), *incisa* (Fig. 4) und *Iwasakii* (Fig. 5). Die Behaarung des Roxburghschen Typus ist fast ebenso stark wie die Behaarung von var. *Iwasakii.*

Die Behaarung ist am stärksten am Mittelnerv und nimmt an den kleineren Nerven und am Ende jedes Nerves ab.

Die Haare sind vielzellig. Die Zahl der ein Haar bildenden Zellen bei den verschiedenen *Trapa*-Typen ist durchschnittlich wie folgt:

Trapa natans L. forma *quadrispinosa* Mak. 10. 102
» » » var. *incisa* Mak. 5. 458
T. bispinosa Rox. var. *Jinumai* auct. 7. 544
» » » var. *Makinoa* auct. 5. 978
» » » var. *Iwasakii* auct. 5. 463.

Da die Länge einer Zelle bei allen fast dieselbe ist, muß die Haarlänge von *quadrispinosa* die größte sein.

Was die Nebenblätter der *Trapa*-Typen anbetrifft, so konnte ich bei allen je zwei an der Basis des Blattstieles finden. In ihrer Größe und Form sind die Nebenblätter der verschiedenen Typen nicht voneinander unterscheidbar.

4. Entwicklung und Variation der Früchte.

Die Form und Größe der verschiedenen Blütenorgane bei den sechs *Trapa*-Typen sind immer dieselben, und ich konnte keine Unterscheidungsmerkmale darin finden. Es ist aber hervorzuheben, daß die Blütenknospen nur bei var. *Iwasakii* schwach rot gefärbt sind. Wenn aber die Entwicklung der Frucht beginnt, so tritt ein merkwürdiger Unterschied ein.

Bei *T. bispinosa* übertrifft die Länge der beiden Längskelchzipfel [1]) die der beiden Querkelchzipfel, und die letzteren fallen frühzeitig ab. Der Unterschied der Länge beider Kelchzipfel wird sehr deutlich im Verlauf einer Woche nach der Befruchtung. Bei jungen Früchten sind vier Kelchzipfel schräg nach oben gerichtet. Während des Wachstums krümmen sie sich mehr oder weniger nach unten. Bei *bispinosa* ist diese Abwärtskrümmung der Kelchzipfel nicht so auffallend, während bei den Kelchzipfeln, bzw. bei den Querkelchzipfeln von *quadrispinosa* und *incisa* die Krümmung sehr deutlich ist. Diese Krümmung der Kelchzipfel verursacht die charakteristische Anordnung der Fruchtdornen bei jedem Typus.

Nach dem Gesagten können wir die Früchte von *quadrispinosa* und *incisa* von denen der *bispinosa* schon in ihrem embryonalen Zustande unterscheiden. Die Früchte der *quadrispinosa* und *incisa* lassen sich dagegen nicht leicht im embryonalen, sondern deutlich erst im fertigen Zustande unterscheiden. Auch die Varietäten von *bispinosa* sind erst in späteren Stadien voneinander zu unterscheiden.

1) Ich benenne diejenigen Kelchzipfel als Längskelchzipfel, welche sich später zu Längsdornen umbilden.

Wie oben erwähnt, lassen sich die von mir untersuchten *Trapa*-Typen am sichersten durch ihre Fruchtformen voneinander unterscheiden. Ich überzeugte mich von dieser Tatsache dadurch, daß ich die Pflanzen drei Generationen hindurch kultivierte und infolgedessen die Vererbbarkeit der Fruchtform konstatierte.

Die Fruchtformen wurden im großen und ganzen vererbt und die an demselben Standorte produzierten Früchte lassen sich nicht miteinander verwechseln. Im folgenden werde ich die Vererbung und Variation der Dornstellungen schildern.

a. Variation der Früchte von T. quadrispinosa.

Im April 1910 wurden zehn Keimpflanzen von *T. quadrispinosa* in einen großen Topf mit gedüngter Gartenerde gepflanzt. Im September desselben Jahres erntete ich davon 25 Früchte. Die Variation ist folgende:

17 Fr. (Früchte): 2 L (Längsdorne) hor. (horizontal) oder etwas n. u. (nach unten) ger. (gerichtet). D. Q. (dorsaler Querdorn)[1]) hor., V. Q. (ventraler Querdorn) n. u. ger.

3 Fr.: L. wie oben, beide Q. n. u. ger.

2 Fr.: L. wie oben, beide Q. hor.

1 Fr.: beide L. hor., aber nicht gerade; D. Q. n. o., V. Q. n. u. ger., aber beide Q. nicht gerade.

Daraus erkennen wir, daß die dominante Form von *quadrispinosa* zwei horizontale Längsdornen, einen horizontalen Dorsalquerdorn und einen abwärts gerichteten Ventralquerdorn trägt. Die Früchte der Ausgangsgeneration, die ich im Freien sammelte, zeigten auch dieselbe dominante Form. So war die Dornstellung und Fruchtform der zweiten Generation ganz derjenigen der ersten ähnlich.

Im April 1911 wurden 6 dominante Früchte der zweiten Generation in Töpfe gesät. Im September erntete ich davon 11 Früchte. Die Variation hiervon ist wie folgt:

5 Fr. = L. hor. oder n. o. ger.; D. Q. hor., V. Q. n. u. ger.

3 Fr. = 2 L. etwas n. u. ger., 2 Q. n. u. ger., aber V. Q. im stärkeren Grade als D. Q.

2 Fr. = 2 L. und Q etwas n. o. g., D. Q. etwas hor.

1 Fr. = 2 L. wurden künstlich beraubt. D. Q. hor., V. Q. n. u. ger.

Die Früchte der dritten Generation haben also fast dieselbe Dornstellung wie diejenigen der ersten Generation.

Aus diesen Tatsachen können wir die Dornstellung der dominanten Früchte von *quadrispinosa* wie folgt bestimmen.

L. fast hor., D. Q. fast hor., V. Q. n. u. ger.

---

1) Ich nenne denjenigen Querdorn dorsal, welcher bei der geotropischen Krümmung der Früchte auf der oberen Seite sitzt.

Vergleichen wir diese Dornstellung mit der von *Trapa natans* L., so ersehen wir, daß die beiden Wassernüsse im großen und ganzen ähnlich sind. Obwohl die Beschreibung von Kryz[1]) etwas anders als die meinige ist, kann ich aus den dort gegebenen Figuren auf die nahe Verwandtschaft beider Wassernüsse schließen.

b. Variation der Früchte von T. incisa.

Im April 1910 wurden 10 Pflanzen von *incisa* kultiviert und im September desselben Jahres wurden 19 Früchte geerntet. Die Variation dieser Früchte ist die folgende:

17 Fr. = L. n. o. ger., D. Q. hor. oder n. u. ger.
1 Fr. = L. n., o., 2 Q. n. o. ger.
1 Fr. = L. n. o., 2 Q. nicht gerade.

437 von wildwachsenden Pflanzen gesammelte Früchte zeigten auch dieselbe dominante Form, d. i.,

428 Fr. = 2 L. n. o., D. Q. hor. oder etwas n. u. ger., V. Q. schräg n. u. ger.
5 Fr. = 2 L. n. o., D. Q. n. u., V. Q. hor.
2 Fr. = 2 L. n. o., 2 Q. verschwindend.
1 Fr. = 1 L. n. o., V. Q. n. u., 1 L. und D. Q. verschwindend.
1 Fr. = 1 L. n. o.; D. Q. n. u., 1 L. und V. Q. verschwindend.

Im Jahre 1911 wurden 6 dominante Früchte zweiter Generation kultiviert und 20 Früchte davon geerntet. Ihre Variation ist die folgende:

13 Fr. = 2 L. n. o., D. Q. etwas n. u., D. Q. schräg n. u. ger.
7 Fr. = 2 L. und D. Q. n. o., V. Q. n. u. ger.

Daher war die dominante Fruchtform der dritten Generation ganz wie die der zweiten. Man sieht aus den obigen Resultaten, daß die Stellung der Längsdornen von *incisa* stärker schräg nach oben gerichtet ist als die von *quadrispinosa*.

Die Früchte von *incisa* und *quadrispinosa* an demselben Standorte sind durch die folgenden Unterschiede charakterisiert: die Früchte von *quadrispinosa* sind gewöhnlich größer als die von *incisa*, und erstere haben stumpfe Dornen im Gegensatze zu den scharfen Dornen der letzteren.

Die Umrißlinie von *incisa* ist deutlicher als die von *quadrispinosa*, und daher stellt die Frucht von *incisa* ein schlankes Gebilde dar. Diese Unterscheidungsmerkmale der beiden Wassernüsse sind nicht immer konstant und oft werden sie undeutlich. Bei schlechtem Zustande des Standortes produziert *quadrispinosa* kleine Früchte wie die gewöhnlichen Früchte von *incisa*, und die Gestalt der Dornen und die Umrißlinie der beiden Wassernüsse werden einander sehr ähnlich. Ich konnte diese Tatsache

---

1) a. a. O. p. 187.

dadurch konstatieren, daß ich *quadrispinosa* auf Sandkulturen oder im sehr nahrungsarmen Teich mit der gut gedüngten kultivierten *incisa* verglich.

c. Variation der Früchte von T. bispinosa.

Die Früchte von *Iwasakii* besitzen eine glatte Oberfläche, und die Narbe des Discus am Scheitel ist etwas vertieft. Die Längsdornen sind etwas nach oben gerichtet. Diese Merkmale wurden drei Generationen hindurch vererbt.

Die Frucht von *Jinumai* ist durch einen großen Höcker am Ansatz des Querdorns und durch noch zwei weitere kleinere Höcker an beiden Seiten oberhalb des ersteren charakterisiert. Der Fruchtscheitel, gekrönt mit der Narbe des Discus, ist ziemlich hoch. Zwei Längsdornen sind nach oben gerichtet. Der große Höcker und die Dornstellung wurden immer gut vererbt, während die Scheitelform und die beiden kleineren Höcker keine konstanten Charaktere waren.

Die Fruchtform von *Makinoa* ist durch zwei stark nach oben, oft senkrecht nach oben gebogene Längsdornen und durch je drei knollige Vorwölbungen (eine große am Ansatz des Querdorns, zwei kleinere an beiden Seiten des Fruchtscheitels) an jeder Seite der Frucht gekennzeichnet. Ich vermutete zuerst, daß diese Wassernuß einen selbständigen Typus bilde. Der Kulturversuch aber ergab ein negatives Resultat. Im September 1910 wurden 35 Früchte von zehn in Töpfen kultivierten Pflanzen gesammelt. Es war die folgende Variation zu bemerken:

29 Fr. = 2 L. stark n. o. ger.
5 Fr. = 2 L. fast. hor.
1 Fr. = 2 L. senkrecht n. o. gebogen.

Es wurde die senkrecht nach oben gebogene Dornstellung nicht gut vererbt, und nur eine Frucht wurde der Mutterfrucht ähnlich.

Im Jahre 1911 wurden 25 Früchte von sechs kultivierten Pflanzen geerntet, die von dominanten Früchten zweiter Generation stammten. Es ergab folgende Resultate:

24 Fr. = 2 L. stark n. o. ger.
1 Fr. = 2 L. etwas n. o. ger.

Im Gegensatze zur Dornstellung wurden knollige Vorwölbungen (eine größere Vorwölbung wurde aber immer kleiner) und dicke Form der Dornen im wesentlichen vererbt, und so ließ dieser Typus sich von den zwei anderen Typen von *bispinosa* unterscheiden.

Hier ist es sehr beachtenswert, daß var. *Makinoa* eine schwächere Widerstandsfähigkeit gegen ein ungünstiges Medium als die beiden anderen Typen von *bispinosa* besitzt. Sie konnte weder in Sandkulturen, noch in einem mit *Chara* bewachsenen nahrungsarmen Teich eine fertige Frucht bilden, während die beiden anderen Varietäten diese schlechten Standortverhältnisse gut vertrugen und ziemlich große Früchte produzierten.

Die Früchte des Roxburghschen Typus sind durch ihre dicke Form und stark ungleiche Größe der beiden Seiten charakterisiert. Ich kultivierte zwei Generationen (1910—1911) von diesem Typus und sah die Vererbbarkeit der obigen Charaktere. Auch die Purpurfarbe der Frucht ist für diesen Typus charakteristisch und auch vererbbar.

Zuletzt möchte ich den Symmetrieverhältnissen der Frucht einige Zeilen widmen.

Wenn man eine *Trapa*-Frucht durch eine Längsdornen enthaltende Fläche in eine ventrale und eine dorsale Hälfte teilt, so sieht man, daß die letztere immer größer als die erstere ist. Bei den japanischen *Trapa*-Typen ist die dorsale Hälfte konvex und die ventrale konkav oder eben, während bei der Roxburghschen Form die ventrale Hälfte konvex und die dorsale beinahe eben ist. Diese Asymmetrie ist sehr deutlich bei der Roxburghschen Form und var. *Iwasakii* zu beobachten, weil diese Wassernüsse eine glatte Oberfläche haben.

Dieses Symmetrieverhältnis ist sowohl bei anderen Varietäten von *bispinosa*, als auch bei der vierdornigen in der Seitenansicht klar zu erkennen. Bei den vierdornigen *Trapa*-Typen kommt noch ein Asymmetrieverhältnis in Betracht, weil der Ventraldorn stärker schräg nach unten gerichtet ist als der dorsale.

Aus diesen Gründen sieht man, daß bei der *Trapa*-Frucht nur eine Längsdornen enthaltende Symmetrieebene existiert. Diese Asymmetrie der ventralen und dorsalen Hälfte wird sehr wahrscheinlich durch die geotropische Krümmung der Früchte nach ihrer Befruchtung verursacht.

Meine oben angegebenen Kulturversuche lehren uns, daß die *Trapa*-Frucht in ihrer Form fast immer konstant bleibt. In sehr ungünstigen Medien werden nur die Früchte von *quadrispinosa* denjenigen von *incisa* ähnlich. Wegen dieser Tatsachen konnte ich die *Trapa*-Typen Japans nur durch ihre Fruchtformen voneinander unterscheiden.

Hier möchte ich noch eine Bemerkung über die Befruchtung oder Kreuzung von *Trapa* hinzufügen. Meine Kulturtöpfe standen immer nebeneinander. Ungeachtet[1]) dessen schien keine Bastardierung zwischen ihnen stattzufinden und alle kultivierten Wassernüsse blieben zwei Jahre hindurch in ihren Merkmalen ganz beständig.

Aus obigem wird es ganz klar, daß die von mir untersuchten Wassernüsse, selbst die drei Varietäten von *bispinosa*, nicht als Bastarde im Mendelschen Sinne betrachtet werden können. Auch im Freien wachsen die

---

1) Die Blütezeit von var. *Iwasakii* ist später als die der anderen *Trapa*-Typen; daraus geht klar hervor, daß die Bastardierung mit anderen Typen von vornherein ausgeschlossen ist.

drei Varietäten von *bispinosa* nebeneinander gemischt, und es scheint keine Zwischenform zwischen ihnen vorzukommen.

Die Fruchtformen der *Trapa*-Typen sind sicherlich konstante Eigenschaften. Sie sind keine Anpassungsformen, sondern phylogenetische[1]).

Aus diesem Grunde glaube ich, daß die drei Typen von *T. bispinosa* als elementare Arten betrachtet werden müssen (vergl. 32, 33).

5. Anthocyanbildung.

Die Oberfläche der Blätter von var. *Iwasakii* sieht sehr schön rötlich aus. Diese Erscheinung wird durch die Anthocyanbildung in den Zellen der Epidermis verursacht. Bei den jungen Blättern ist Anthocyan in fast allen Epidermiszellen vorhanden. Bei den alten aber ist es nur an schmalen Stellen entlang des Randes und als ein rundlicher Fleck am Grunde der Blattspreite vorzufinden.

Auf der Oberseite der Blätter der Roxburghschen Form wird auch sehr merkwürdigerweise Anthocyan gebildet. Bei dieser Form ist Anthocyan auch an der Unterseite in großer Menge zu finden und erzeugt dort eine Purpurfarbe. Bei anderen *Trapa*-Typen beobachtete ich die Anthocyanbildung auf der Unterseite des Blattes kaum oder nur spurweise (z. B. bei *Iwasakii*). Auf der Oberseite der fertigen Blätter hingegen befindet sich ein matter Anthocyanfleck auch bei *Jinumai*, *Makinoa* und *incisa*, während er bei *quadrispinosa* fehlt.

Anthocyanbildung zeigt sich auch am Blattstiele, namentlich an den Blasen. Sie ist bei der Roxburghschen Form am stärksten und etwas schwächer bei *Makinoa*. Auch bei den absterbenden Blasen von *Iwasakii* und *quadrispinosa* wird Anthocyan gebildet, doch nie bei *incisa*.

Untersucht man den Querschnitt der Blasen, so beobachtet man die Anthocyan enthaltenden Zellen sowohl in der äußeren Rinde, als auch in den Luftgangzellen und Markzellen.

Am Stengel sieht man makroskopisch die stärkste Anthocyanbildung bei *Makinoa* und demnächst bei der Roxburghschen Form. Bei den vier anderen Wassernüssen findet man keinen Unterschied in bezug auf die Anthocyanmenge. Am Querschnitte des Stengels finden wir die Anthocyan führenden Zellen größtenteils in der Umgebung der Luftgänge der Rinde.

Anthocyanbildung geht auch merkwürdigerweise an der Oberfläche der Frucht der Roxburghschen Form vor sich, während das niemals bei den Früchten der anderen Wassernüsse geschieht.

Bei den absterbenden Blättern von *Iwasakii* und der Roxburghschen Form findet eine stärkere Rotfärbung als bei den gesunden statt. Besonders fand ich eine schöne herbstliche Rotfärbung bei *Iwasakii*.

---

1) Auch im Jahre 1912 bestätigte sich die Vererbbarkeit der Fruchtformen bei den anderen *Trapa*-Typen, ausschließlich *incisa*. Der letzte Typus ging wegen Nachlässigkeit zugrunde.

Die Anthocyanbildung wird bekanntlich durch Licht stark gefördert, während einige Pflanzenorgane auch unter Lichtabschluß Anthocyan zu bilden vermögen (34). Ich beobachtete auch bei den *Trapa*-Typen, daß Anthocyanbildung vom Sonnenlicht stark beeinflußt wird. Bei den im Dunkeln kultivierten Exemplaren von *Iwasakii* blieben die ausgewachsenen Blätter ganz gelblich, und die kleine Blattrosette erhob sich nur wenig über die Wasseroberfläche. Wird die Kultur wieder ans Licht gebracht, so färbt sich die Blattrosette schön rötlich, gleichzeitig nimmt sie in ihrer Größe zu und beginnt auf der Wasseroberfläche zu schwimmen. Die horizontale Lage der Rosettenblätter scheint, wie Frank meinte, durch Heliotropismus bestimmt zu sein.

Im Freien finden wir auch, daß im Schatten von überwuchernden Sumpfpflanzen vegetierend die Varietät *Iwasakii* schwächer rot gefärbte Blätter hat als in offenen Gewässern. Immerhin bleibt in den verschiedenen Lokalitäten die rötliche Blattrosette von *Iwasakii* sehr auffallend, so daß man diese Pflanze sehr leicht von anderen *Trapa*-Typen unterscheiden kann.

6. Über die Systematik und Verbreitung der Trapa-Typen in Japan.

Wie in den vorigen Kapiteln vielfach erwähnt, konnte ich bei *Trapa* kein anderes sicheres Unterscheidungsmerkmal als die Fruchtform finden. Blatt- und Blütenorgane sind bei den verschiedenen Typen fast dieselben. Die Zähne und Größe der Blätter sind sehr variabel, so daß man sie zur Systematik von *Trapa* nicht verwenden kann. Die anatomische Struktur der verschiedenen Organe (Blatt, Stengel, Wurzel, Kotyledonstiel, hypokotyles Glied u. a.) bietet auch immer dasselbe Bild dar.

Nach meinen eigenen Untersuchungen unterscheiden sich am besten die zweidornigen *Trapa*-Typen von den vierdornigen. Dieses Merkmal dient zur Erkennung jeder *Trapa*-Gruppe, schon bei Individuen mit junger Frucht, weil bei der zweidornigen *Trapa*-Gruppe der Unterschied der Länge vom Längskelchzipfel und Querkelchzipfel deutlich ist, während bei der vierdornigen Gruppe die Kelchzipfel immer dieselbe Länge haben. Allerdings wird bei der vierdornigen *Trapa natans* L. zuweilen eine nur zwei Längsdornen tragende Frucht gebildet; Kryz fand aber nur zwei solche Früchte unter 1000. Daher ist dieser Fall sehr selten und nur ausnahmsweise zu beobachten. Ich vermute, daß diese Variation durch mechanische Ursachen (z. B. durch Insektenfraß, oder andere mechanische Störungen) hervorgebracht wird und nicht als echte Variation betrachtet werden kann.

Aus Obigem sieht man also, daß die vierdornigen *Trapa*-Typen sich von den zweihörnigen am deutlichsten unterscheiden lassen.

Nun will ich zum Vergleich der *Trapa natans* L. mit var. *incisa* Makino und forma *quadrispinosa* Makino übergehen und die Verwandtschaft zwischen ihnen aufklären.

Nach Vergleichung der Beschreibungen, Figuren und Herbarexemplare

denke ich, daß forma *quadrispinosa* ein Synonym von *T. natans* L. ist. Nach Makino scheint der Unterschied zwischen beiden nur in dem der Verbreitungsbezirke zu liegen. Dagegen ist der Unterschied zwischen var. *incisa* und forma *quadrispinosa* ziemlich deutlich (wenn nicht absolut). Daher scheint es ganz richtig, die erstere als eine Varietät von *T. natans* L. zu betrachten.

Was speziell die zweidornigen *Trapa*-Typen anbelangt, so sind da auch viele Irrtümer zu finden.

Nach meinen eigenen Untersuchungen sind bei der zweidornigen *Trapa*-Gruppe wenigstens vier erbkonstante Typen vorhanden. Die von mir untersuchte *bispinosa* aus China läßt sich mit der Beschreibung (Hooker: Fl. Indica Vol. 1, p. 428, 1832) und den Figuren (Roxburgh: Plants of Coromandel vol. III. Tab. 234) mit *Trapa bispinosa* Roxb. identifizieren. Eine in dem botanischen Garten zu Calcutta als *T. bispinosa* Roxb. kultivierte Form[1]) schien aber mit meiner Varietät *Jinumai* identisch zu sein.

Die Beschreibungen der japanischen *bispinosa* beschränkten sich auch auf eine einzelne Form, und es existierte keine Untersuchung über die Variationen. Die *bispinosa* von Iwasaki war nicht identisch mit der von Jinuma und Makino.

Unter den vererbbaren Merkmalen der Frucht können wir Dornenzahl, Dornrichtung, Vorwölbung, Größe, Umrißlinie u. a. nennen. Da ich die Dornenzahl darunter als den wichtigsten Charakter betrachte, trenne ich die zwei- und vierdornige *Trapa*-Gruppe als zwei Arten voneinander. Der Bequemlichkeit halber lasse ich zunächst die von Roxburgh entdeckte Form als Typus von *bispinosa* und die japanischen *Bispinosa*-Typen als deren Varietäten gelten.

Phylogenetisch betrachtet, ist es sehr wahrscheinlich, daß *T. bispinosa* durch das Verschwinden der Querdornen aus *T. natans* L. hervorgegangen ist. Da aber die zwei- und vierdornige *Trapa*-Gruppe beide viele Typen in sich einschließen, ist man berechtigt, jede von beiden als eine selbständige Art zu betrachten.

Im folgenden werde ich nun die systematische Gruppierung und die geographische Verbreitung der *Trapa*-Typen in Japan zeigen. Bei der Systematik von *bispinosa* lieferte die Beschaffenheit des Epikarps der Frucht ein sehr wichtiges Unterscheidungsmerkmal. Zur Feststellung der geographischen Verbreitung benutzte ich die folgenden Materialien:

1. Die Frucht tragenden Herbarexemplare des hiesigen Institutes (Bezeichnung »a«).
2. Die von mir selbst gesammelten Exemplare (b).
3. Von vielen Seiten an mich gesandte Exemplare (c).

---

1) Herr H. Takeda schickte mir sehr freundlich von Kew einige Handzeichnungen von Früchten aus Calcutta.

Diagnostik und Verbreitung.

Familie *Oenotheraceae*, Gattung *Trapa*.

I. Die vierdornige *Trapa*-Gruppe:

Diagnose: Fast immer vier, bisweilen drei, sehr selten zwei Dornen auf je einer Frucht. Bei jungen Früchten ist die Länge von Längs- und Querkelchzipfel dieselbe.

a) Frucht groß, Dornen stumpf, Umrahmungslinie nicht deutlich. . . . **Trapa natans** L.

Synonym: *T. quadrispinosa* Roxb.
T. natans L. forma *quadrispinosa* Mak.

Nom. Jap.: Onibishi!, Obishi.

Heimat: Tokyo (Shinobadzu-Teich) (b), Yamato (Ogura-Teich) (c), Shimosa (Shibasaki-Teich) (b), China (Nanking) (c).

b) Frucht klein, Dornen schlank, Umrahmungslinie ganz deutlich. . . . **T. natans** L. var. **incisa** Mak.

Synonym: *T. incisa* S. et Z.

Nom. Jap.: Himebishi (für kleine *incisa*) [1]),
Ko-onibishi (für große *incisa*).

Heimat: Formosa (Suisha-See) (c), Buzen (a), Chikuzen (a), Tosa (a), Yamato (c), Echigo (c), Tokyo (b), Shimosa (b), Kazusa (c).

II. Die zweidornige *Trapa*-Gruppe:

Diagnose: Nur zwei Längsdornen auf den reifen Früchten. Bei den jungen Früchten ist der Längskelchzipfel länger als der Querkelchzipfel.

a) Frucht groß, Oberfläche sehr glatt und purpurfarbig; Fruchtscheitel stark vertieft, Umrahmungslinie sehr undeutlich. Größen-Unterschied der dorsalen und ventralen Seite der Frucht sehr stark. Unterseite der Blätter purpurn, Oberseite blutrot. Behaarung der Blattunterseite gering . . . . . **T. bispinosa** Roxb.

Heimat: China (Shanghai, Nanking) (c).
Indien?

b) Die Frucht kleiner als die vorige; nur die Oberseite der Blätter blutrot; die Oberfläche der Frucht glatt; die Umrahmungslinie deutlich; der Fruchtscheitel etwas vertieft; die Blütenknospe schwach rötlich. Behaarung der Unterseite der Blätter ist am geringsten von allen *Bispinosa*-Typen . . . . **T. bispinosa** Roxb. var. **Iwasakii** nov. var.

---

1) »Koonibishi« und »Himebishi« gehören aber zweifellos zu ein und derselben Varietät.

Synonym: *Bispinosa* in Iwasakis Icones.
Nom. Jap.: Akababishi (zuerst von mir benannt).
Heimat: Tokyo (Shinobadzu-Teich) (b) Shimosa (Tega-See) (b), Kadsusa (c).

c) Die Größe der Frucht wie oben; der Fruchtscheitel hoch. Am Ansatz der Querkelchzipfel eine größere Vorwölbung und rechts und links oberhalb derselben je eine kleine Vorwölbung. Häufig werden die Vorwölbungen sehr groß (forma »Otafukubishi«), aber ihre flache Form ist von den knolligen Vorwölbungen folgender Varietät deutlich unterscheidbar . . . . . **T. bispinosa** var. **Jinumai** nov. var.

Synonym: *Bispinosa* in Jinumas Icones.
T. natans L. var. *bispinosa* Mak.
Nom. Jap: Hishi forma Otafukubishi.
Heimat: Iburi (a), Mutsu (a), Iwashiro (a), Echigo (c), Shinano (b), Shimosa (b), Sagami (a), Ise (a), Yamato (c), Iyo (c), Suwo (c), Tango (c), Hizen (a), Formosa (a), China (Nanking) (c).

d) Die Größe der Frucht wie oben. Der Fruchtscheitel ist der größte von den vier Typen von *bispinosa*. Je zwei knollige Massen unterhalb der Fruchtscheitel an beiden Seiten, noch eine größere knollige Masse am Ansatz der Querkelchzipfel. Zwei Längsdornen stark nach oben gerichtet, häufig senkrecht nach oben gebogen. Die Haare an den Blättern, an der Blütenachse und am Kelchzipfel sind am stärksten von den vier Typen von *bispinosa*. Die Umrahmungslinie ist ziemlich deutlich.

T. bispinosa var. **Makinoa** nov. var.

Nom. Jap.: Ibobishi, forma Kattaibishi.
Heimat: Tokyo (c), Shimosa (b), Rikuzen (c).

Es ist sehr wahrscheinlich, daß »Kattaibishi« eine stark variierte Form von »Ibobishi« ist. Die Frucht von »Kattaibishi« hat je drei große knollige Massen auf jeder Seite. Beide Längsdornen werden sehr dick und stellen sich öfters in knolliger Form dar; dann erscheint die ganze Frucht als eine Gruppe knolliger Massen.

Außer den oben erwähnten *Bispinosa*-Typen finden wir dann noch eine weitere zweidornige Form (*T. bicornis* L. = *T. natans* L. var. *bicornis* Mak.); während die Dornen der *Bispinosa*-Typen scharf und gerade oder nach oben gerichtet sind (oft nach innen gebogen), sind sie bei dieser *bicornis* stumpf und nach außen gebogen. Daraus geht deutlich hervor, daß dieser Typus zu einer besonderen Sippe der zweidornigen *Trapa*-Gruppe

gehört. Nach meiner Ansicht scheint es ganz richtig, sie als eine Varietät von *bispinosa* zu betrachten.

Zusammenfassung der Resultate.

1. Bei der vorliegenden Untersuchung kamen sechs *Trapa*-Typen in Betracht, wovon fünf in Japan einheimisch sind. Sie wurden drei Generationen hindurch in Kultur gehalten, während eine chinesische Form nur zwei Generationen hindurch kultiviert wurde. Als Resultat dieser Studien konnte ich zwei neue Varietäten von *Trapa bispinosa* Roxb. der japanischen Flora hinzufügen. Ich lasse also die *Trapa* Japans wie folgt benannt sein:

1. *Trapa natans* L.
2. » var. *incisa* Makino.

T. bispinosa Roxb. (Typus aus China).

3. » var. *Iwasakii* nov. var.
4. » var. *Jinumai* auct.
5. » var. *Makinoa* nov. var.

2. Die Entwicklung der Blätter der fünf in Japan einheimischen Wassernuß-Typen läßt sich in drei Hauptstadien einteilen, d. h.

1. Stadium: Lineale Blätter,
2. Stadium: Blätter differenziert in Blattstiel und Blattspreite; die Blasen fehlen noch.
3. Stadium: Blattstiel mit Blasen versehen.

Im dritten Stadium wurden noch vier Unterstufen unterschieden:

3a. Grobgezähnte Blätter.
3b. Scharfgezähnte Blätter.
3c. Feingezähnte Blätter.
3d. Nochmalige scharfgezähnte Blätter.

3. Die anatomische Struktur bei den verschiedenen *Trapa*-Typen ist immer ganz dieselbe. Die Form der Blätter ist je nach den Lokalitäten sehr variabel, so daß man z. B. nicht imstande ist, sie nach dem Vorgang von Siebold et Zuccarini bloß durch die Dentation voneinander zu unterscheiden. Dagegen sind die Fruchtformen von *Trapa* ziemlich konstant: daher kann man nur dieses Merkmal für die Systematik der Trapen Japans benutzen. Die Fruchtformen von *incisa* und *quadrispinosa* lassen sich nicht immer scharf voneinander unterscheiden, während die der vier Typen von *bispinosa* im großen und ganzen erblich konstante Merkmale darstellen.

Nov. 1912. Bot. Instit. Kais. Univ. Tokyo.

Übersicht der Literatur.

1. Karl Linnaeus, Gen. pl. 1737.
2. Engler, Syllabus der Pflanzenfamilien 1909.
3. Jackson, Index Kewensis und Supplementum.

4. MAKINO, Bot. Mag. Tokyo 1908, p. 171.
5. ZITTEL, Handbuch der Paleontologie, p. 63.
6. NATHORST, Zur fossilen Flora Japans, p. 21.
7. LEVEILLÉ, Bull. de l'académie internationale de géographie botanique, 1900, p. 212.
8. NATHORST, Das frühere Vorkommen der Wassernüsse. Bot. Centralb. Bd. 27, p. 271, 1886.
9. NAKANO, Vegetation of Lakes and Swamps in Japan. First report. »Teganuma«. Bot. Mag. Tokyo, No. 2, 1911.
10. THUNBERG, Flora Jap. 1784.
11. ROXBURGH, Fl. ind. vol. I, p. 428, 1832.
12. SIEBOLD et ZUCCARINI, Fl. Jap., p. 133, 1845—6.
13. FRANCHET et SAVATIER, Enum. pl. Jap., vol. I., p. 170, 1875.
14. HOOKER, Fl. of Brit. Ind., vol. II, p. 590, 1879.
15. IWASAKI, »Honzo-zufu«, 1829.
16. JINUMA, »Somoku-Zusetsu«, 1832.
17. SANIO, Einige Bemerkungen in betreff meiner über Gefäßbündelbildung geäußerten Ansichten. Bot. Ztg. S. 193, 1865.
18. WITTROCK, Einige Beiträge zur Kenntnis der *Trapa natans* L. Bot. Centralb. Bd. 27, S. 352, 387, 1886.
19. GIBELLI e FERRERO, Ricerche di anatomia e morphologia intorno allo sviluppo del fiore e del frutto della *Trapa natans* L., nach JUST, Bot. Jahresber. 1891, Bd. I, S. 606, 1895, Bd. II, S. 312.
20. ERNST, Beiträge zur vergl. Anatomie der Onagraceen. 1895. Dissertation.
21. QUEVA, C., Observation anatomique sur le *Trapa natans* L. Compt. Rend. Assoc. Fran. Av. Sci. 1909. Congrès de Lille. Zitiert nach Referat in Bot. Gazette 1910, Bd. 50, H. 5.
22. KRYZ, Ein Beitrag zur Kenntnis der Variation der Frucht von *T. natans* L. Oesterreich. Bot. Zeitschr. 1907, Bd. 57, S. 185.
23. SCHINZ, *Trapa natans* L. in der Schweiz und in Oberitalien. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 1907, S. 474.
24. ZEGA und KNEZ, nach JUST, Bot. Jahresb. 1901, Bd. II. S. 113.
25. FRANK, Über die Lage und die Richtung schwimmender und submerser Pflanzenteile. COHNS Beiträge z. Biologie I. Heft 2, S. 67, 1875.
26. GÖBEL, Pflanzenbiologische Schilderungen. 1893, S. 268—269.
27. WÄCHTER, Beiträge zur Kenntnis einiger Wasserpflanzen. Flora Bd. 83, 1897, S. 367.
28. GÖBEL, Vergl. Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane 1883, S. 256.
29. GÖBEL, Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. 1908, S. 51.
30. BURNS, Heterophylly in *Proserpinaca palustris*. Ann. of Bot. vol. 18, 1904.
31. GLÜCK, Die Lebensgeschichte der europäischen Alismaceen 1905, S. 234.
32. JOST, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie 1908, S. 464.
33. DE VRIES, Mutationstheorie, Bd. I, 1901, S. 120.
34. PFEFFER, Pflanzenphysiologie, Bd. I, S. 497.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Alle Figuren sind fast in natürlicher Größe.

Fig. 1—5. Entwicklung der Frucht von var. *Makinoa*.
Fig. 6—10. Entwicklung der Frucht von var. *Jinumai*.
Fig. 11—15. Entwicklung der Frucht von var. *Iwasakii*.

Fig. 16. Keimung der Frucht von var. *Iwasakii.*
K = verkümmertes Kotyledon.
Hp = Hypokotyles Stengelglied mit Wurzeln.
KSt = Kotyledonstiel.
Sp = Sproß.
Fig. 17—21. Entwicklung der Frucht von var. *incisa.*
Fig. 22—26. Entwicklung der Frucht von *T. natans* L.

Tafel II.

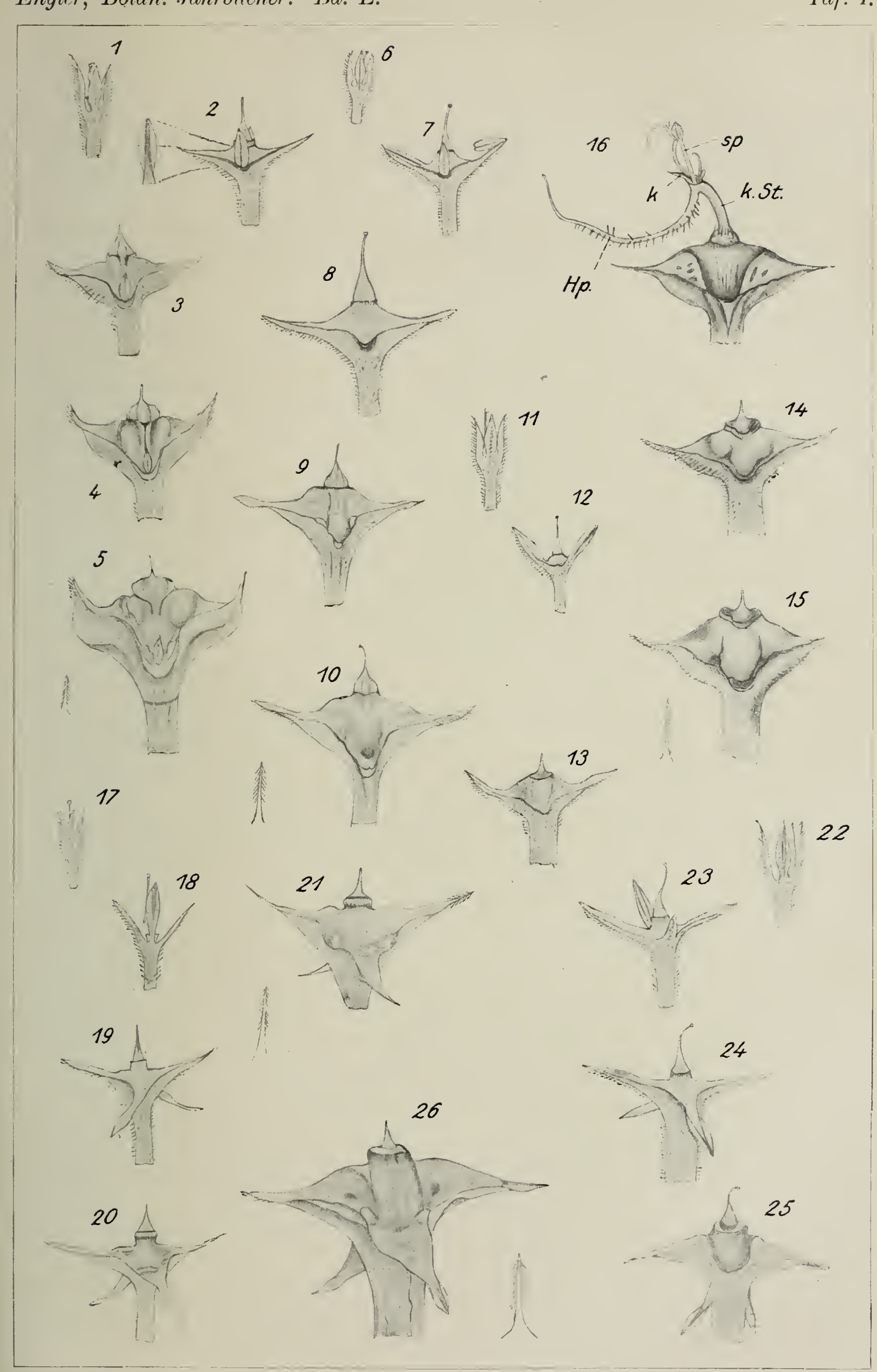
Die Figuren sind mit einer cm- oder mm-Skala versehen.

Fig. 1—9. Durch drei Generationen vererbte Fruchtform von *T. natans* L.
Fig. 1—3. Erste Generation (1909), 4—6 zweite G., 7—9 dritte G. (1911).
Fig. 10—13. Dornstellung der Früchte von *T. natans* L.
Fig. 11, 13. Längsdornen fast horizontal.
Fig. 10, 12. Dorsalquerdorn fast horizontal.
Fig. 10, 12. Ventralquerdorn nach unten gerichtet.
Fig. 14—22. Durch drei Generationen vererbte Fruchtform von *T. natans* L. var. *incisa.*
14—16 erste Generation (1909), 17—19 zweite G., 20—22 dritte G.
Fig. 23—26. Dornstellung von *incisa*-Früchten.
Fig. 24, 26. Längsdornen nach oben gerichtet.
Fig. 23, 25. Dorsalquerdorn fast horizontal.
Fig. 23, 25. Ventralquerdorn nach unten gerichtet.
Fig. 27—29. Verschiedene Fruchtformen von var. *Makinoa.*
Fig. 27. Aus dem Tega-See.
Fig. 28. Aus dem Shinobazu-Teich.
Fig. 29. Wahrscheinlich aus Tokyo.
Man nennt diese Form »Kattaibishi«.
Fig. 30—34. Verschiedene Fruchtformen von *incisa.*
Fig. 30—32. Von »Himebishi« (kleine Formen).
Fig. 33—34. Von »Koonibishi« (große Formen).
Fig. 33. Junge Frucht von »Koonibishi». Man sieht, daß diese Form den Früchten von 30 and 31 von »Himebishi« sehr ähnlich ist.

Tafel III.

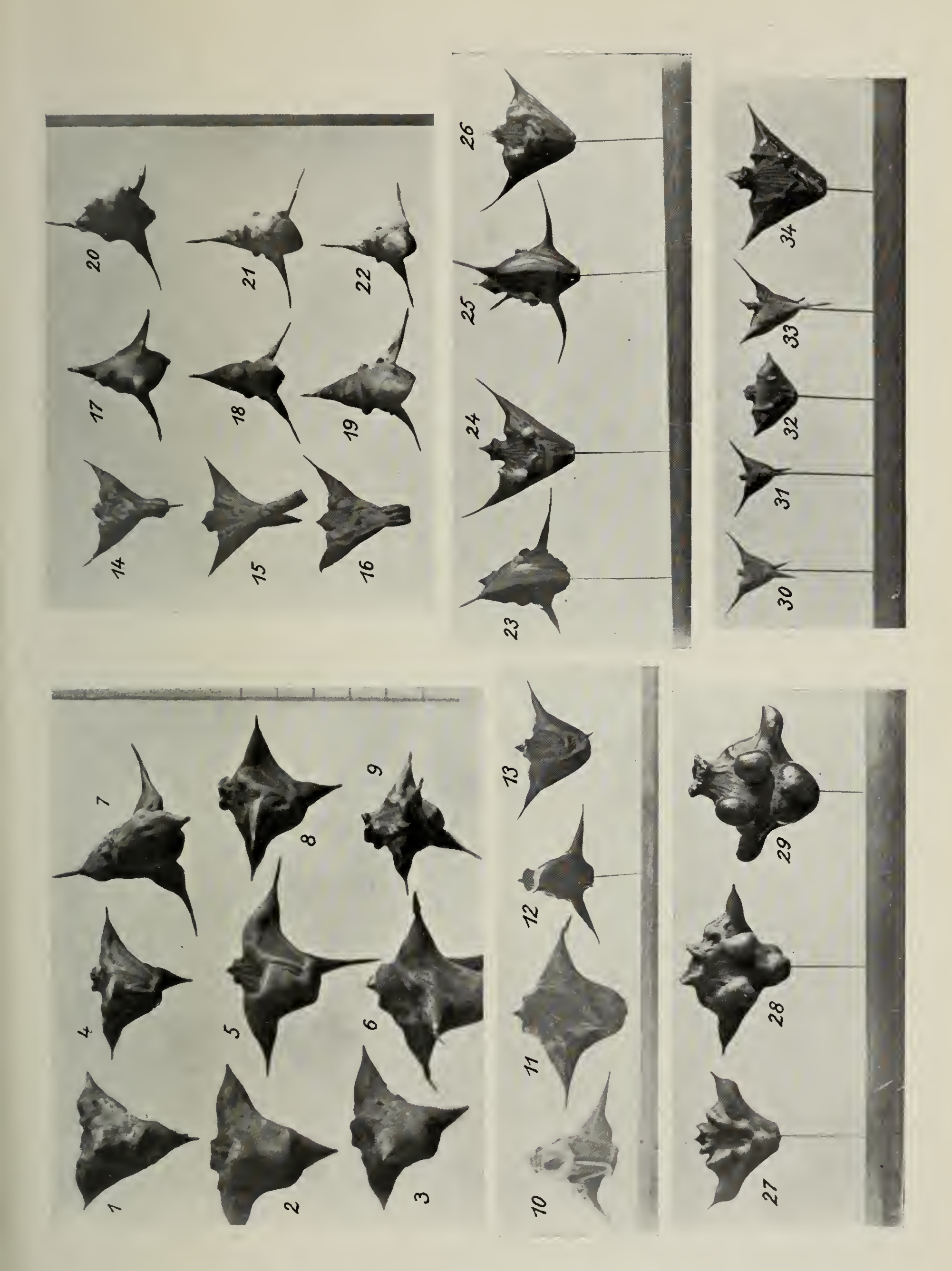
Die Figuren sind mit einer cm- oder mm-Skala versehen.

Fig. 1—9. Drei Generationen hindurch vererbte Fruchtform von var. *Iwasakii.*
1—3 erste Generation (1909), 4—6 zweite G., 7—9 dritte G.
Fig. 10—18. Drei Generationen hindurch vererbte Fruchtform von var. *Jinumai.*
10—12 erste G. (1909), 13—15 zweite G., 16—18 dritte G. (1911).
Fig. 19—27. Drei Generationen hindurch vererbte Fruchtform von var. *Makinoa.*
19—21 erste G. (1909), 22—24 zweite G., 25—27 dritte G.
Fig. 28—33. Seitliches Aussehen von den drei Varietäten von *T. bispinosa* Roxb. Dorsale (rechte) Seite mehr oder weniger konvex; ventrale (linke) Seite eben oder konkav.
Fig. 28—29, von var. *Makinoa.*
Fig. 30—31, von var. *Jinumai.*
Fig. 32—33, von var. *Iwasakii.*



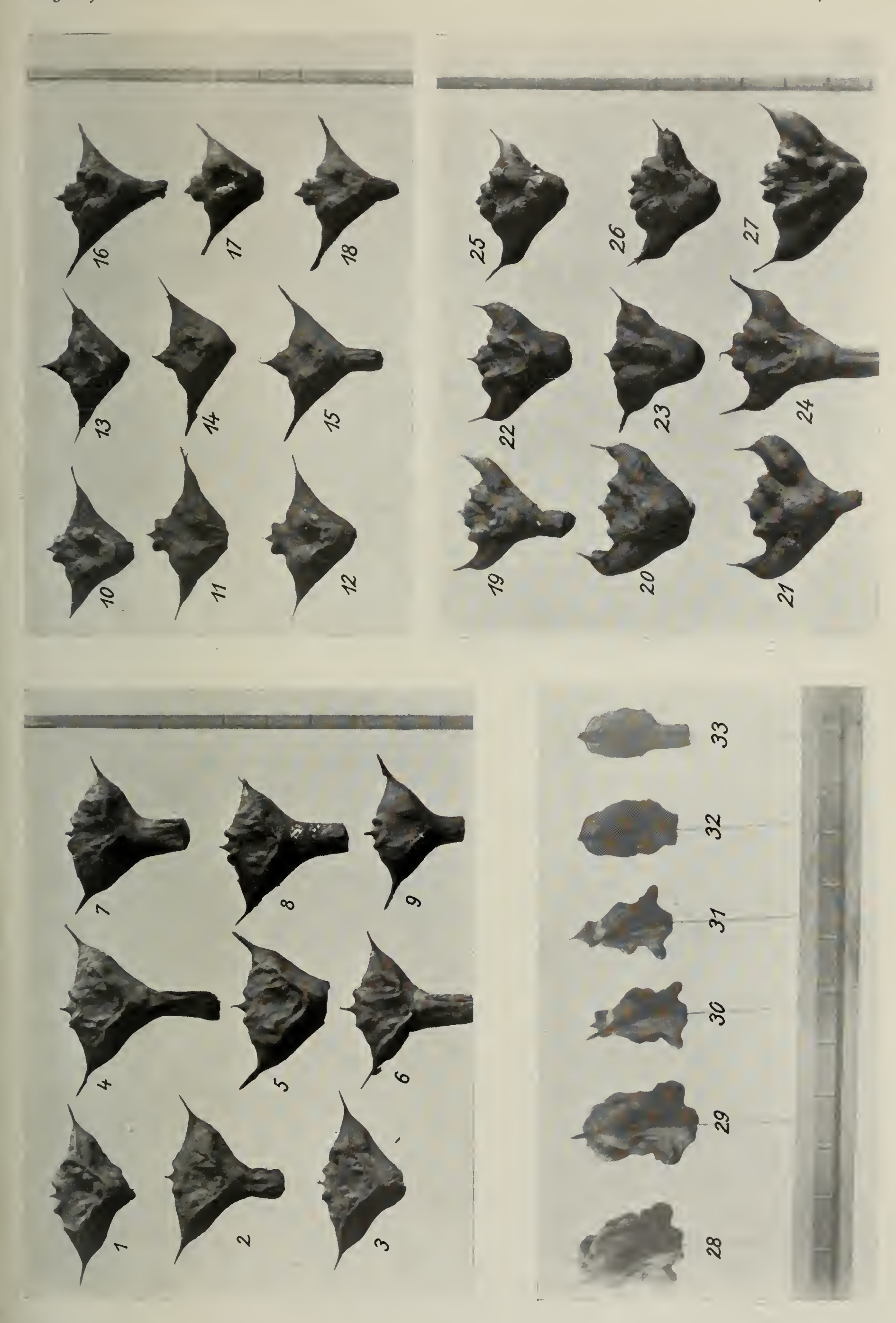
Nakano del.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig und Berlin.



Nakano.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig und Berlin.



Nakano.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig und Berlin.